

日 本 国 特 許 庁

09.04.03

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 4月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-106567

[ST.10/C]:

[JP2002-106567]

出 願 人

Applicant(s):

セイコーエプソン株式会社

REC'D 06 JUN 2003

WIPO

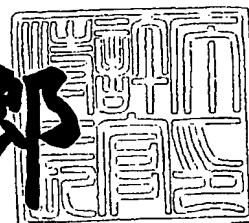
PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3036684

【書類名】 特許願

【整理番号】 14037015

【提出日】 平成14年 4月 9日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

    【氏名】 張 俊華

【特許出願人】

    【識別番号】 000002369

    【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100098073

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 津久井 照保

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 033178

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0000256

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体噴射ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 共通インク室からノズル開口までのインク流路の途中に設けられた圧力発生部と、該圧力発生部の一部を区画する振動板と、前記圧力発生部とは反対側の振動板表面に設けられた圧電振動子とを備え、共通インク室と圧力発生部との間にオリフィスとして機能する液体供給口を設け、振動板の変形によって圧力発生部内の液体を液滴としてノズル開口から吐出可能に構成した液体噴射ヘッドにおいて、

前記圧電振動子を、互いに積層された上層圧電体及び下層圧電体と、これらの上層圧電体及び下層圧電体の境界に形成され、駆動信号の供給源に導通される駆動電極と、上層圧電体の表面に形成される共通上電極と、下層圧電体の表面に形成される共通下電極とを備える多層構造の圧電振動子によって構成し、

前記ノズル開口及び液体供給口のイナータンスを、圧力発生部のイナータンスよりも大きく設定したことを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 2】 前記上層圧電体及び下層圧電体の厚さを、 $10\mu\text{m}$ 以下に設定したことを特徴とする請求項 1 に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 3】 共通インク室からノズル開口までのインク流路の途中に設けられた圧力発生部と、該圧力発生部の一部を区画する振動板と、前記圧力発生部とは反対側の振動板表面に設けられた圧電振動子とを備え、共通インク室と圧力発生部との間にオリフィスとして機能する液体供給口を設け、振動板の変形によって圧力発生部内の液体を液滴としてノズル開口から吐出可能に構成した液体噴射ヘッドにおいて、

前記圧電振動子を、圧電体層と、該圧電体層の一方の表面に形成され、駆動信号の供給源に導通される駆動電極と、該圧電体層の他方の表面に形成される共通電極とを備える単層構造の圧電振動子によって構成し、

前記ノズル開口及び液体供給口のイナータンスを、圧力発生部のイナータンスよりも大きく設定したことを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 4】 前記ノズル開口及び液体供給口のイナータンスを、圧力発生部

におけるイナータンスの2倍よりも大きく設定したことを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の液体噴射ヘッド。

【請求項5】 前記圧力発生部を、弾性板によって一面が区画され圧電振動子の変形によって容積が変化する直方体状の圧力室と、該圧力室の一端とノズル開口との間を連通するノズル連通口と、前記圧力室の他端と液体供給口との間を連通する供給側連通口とから構成し、

前記圧力室の長さを1.1mm以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載の液体噴射ヘッド。

【請求項6】 前記圧電振動子の変位量を、0.16 $\mu$ m以上に設定したことを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載の液体噴射ヘッド。

【請求項7】 圧電振動子のコンプライアンスを液体のコンプライアンス以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項6の何れかに記載の液体噴射ヘッド。

【請求項8】 前記ノズル開口から吐出される液滴を6pL以上とし、該液滴の吐出周波数を50kHz以上としたことを特徴とする請求項1から請求項7の何れかに記載の液体噴射ヘッド。

【請求項9】 前記ノズル開口から吐出される液滴を3pL以下とし、該液滴の吐出周波数を30kHz以上としたことを特徴とする請求項1から請求項7の何れかに記載の液体噴射ヘッド。

【請求項10】 前記圧力発生部の固有振動周期を7 $\mu$ s以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項9の何れかに記載の液体噴射ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電振動子の変形によって圧力室内の液体に圧力変動を生じさせ、ノズル開口から液滴として吐出させる液体噴射ヘッドに関する。

【0002】

【従来技術】

圧力室内の液体に圧力変動を生じさせることでノズル開口から液滴として吐出

させる液体噴射ヘッドとしては、例えば、記録ヘッド、液晶噴射ヘッド、色材噴射ヘッド等がある。記録ヘッドは、プリンタやプロッタ等の画像記録装置に搭載されるものであり、インク液をインク滴として吐出させる。液晶噴射ヘッドは、液晶ディスプレイを製造するディスプレイ製造装置に用いられるものである。このディスプレイ製造装置では、多数のグリッドを有するディスプレイ基体の所定グリッドに、液晶噴射ヘッドから吐出させた液滴状の液晶を注入する。色材噴射ヘッドは、カラーフィルタを製造するフィルタ製造装置に用いられるものであり、フィルタ基体の表面に色材を吐出する。

#### 【0003】

このような液体噴射ヘッドには種々の形式があるが、その一種に、振動板の表面に形成された圧電振動子をたわみ変形させることで液滴を吐出させるようにしたものがある。この液体噴射ヘッドは、例えば、圧力室と圧電振動子とを備えたアクチュエータユニットと、ノズル開口や共通液室を備えた流路ユニットとから構成される。この液体噴射ヘッドでは、振動板上の圧電振動子を変形させることで圧力室容積を変化させ、圧力室内に貯留された液体に圧力変動を生じさせる。そして、この圧力変動を利用することでノズル開口から液滴を吐出させる。例えば、圧力室の収縮によって液体を加圧し、ノズル開口から液体を押し出す。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、この液体噴射ヘッドには液滴の高周波吐出に対する強い要請があるが、高周波吐出を実現するためには圧力室の固有振動周期 $T_c$ を短くする必要がある。これは、液滴の吐出タイミングがこの固有振動周期に依存して規定されることによる。

#### 【0005】

即ち、圧力室容積の変動によって液体には固有振動周期 $T_c$ の圧力振動が生じ、メニスカス（ノズル開口で露出している液体の自由表面）もこの固有振動周期 $T_c$ で振動する。即ち、ノズル開口内にて吐出方向と圧力室方向とに往復移動する。そして、吐出される液滴の量や飛行速度は、圧力室収縮時点でのメニスカスの状態（位置や移動方向）に依存して変化する。このため、量と飛行速度が揃っ

た液滴を吐出させるためには、圧力室収縮時点におけるメニスカスの状態を揃える必要がある。その結果、液滴を連続的に吐出させる場合、その吐出タイミングは固有振動周期  $T_c$  の  $n$  倍に規定されることになり、液滴の高周波吐出を実現するためには固有振動周期  $T_c$  を短くすることが必須の要件となる。

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、より高周波数での液滴の吐出を実現可能な液体噴射ヘッドを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために提案されたものであり、請求項1に記載のものは、共通インク室からノズル開口までのインク流路の途中に設けられた圧力発生部と、該圧力発生部の一部を区画する振動板と、前記圧力発生部とは反対側の振動板表面に設けられた圧電振動子とを備え、共通インク室と圧力発生部との間にオリフィスとして機能する液体供給口を設け、振動板の変形によって圧力発生部内の液体を液滴としてノズル開口から吐出可能に構成した液体噴射ヘッドにおいて、

前記圧電振動子を、互いに積層された上層圧電体及び下層圧電体と、これらの上層圧電体及び下層圧電体の境界に形成され、駆動信号の供給源に導通される駆動電極と、上層圧電体の表面に形成される共通上電極と、下層圧電体の表面に形成される共通下電極とを備える多層構造の圧電振動子によって構成し、

前記ノズル開口及び液体供給口のイナータンスを、圧力発生部のイナータンスよりも大きく設定したことを特徴とする液体噴射ヘッドである。

ここで、「上下」とあるのは、振動板を基準とした位置関係を示している。即ち、振動板から近い側を「下」とし、振動板から遠い側を「上」として示している。

【0008】

請求項2に記載のものは、前記上層圧電体及び下層圧電体の厚さを、 $10\mu\text{m}$ 以下に設定したことを特徴とする請求項1に記載の液体噴射ヘッドである。

【0009】

請求項3に記載のものは、共通インク室からノズル開口までのインク流路の途中に設けられた圧力発生部と、該圧力発生部の一部を区画する振動板と、前記圧力発生部とは反対側の振動板表面に設けられた圧電振動子とを備え、共通インク室と圧力発生部との間にオリフィスとして機能する液体供給口を設け、振動板の変形によって圧力発生部内の液体を液滴としてノズル開口から吐出可能に構成した液体噴射ヘッドにおいて、

前記圧電振動子を、圧電体層と、該圧電体層の一方の表面に形成され、駆動信号の供給源に導通される駆動電極と、該圧電体層の他方の表面に形成される共通電極とを備える単層構造の圧電振動子によって構成し、

前記ノズル開口及び液体供給口のイナータンスを、圧力発生部のイナータンスよりも大きく設定したことを特徴とする液体噴射ヘッドである。

#### 【0010】

請求項4に記載のものは、前記ノズル開口及び液体供給口のイナータンスを、圧力発生部におけるイナータンスの2倍よりも大きく設定したことを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の液体噴射ヘッドである。

#### 【0011】

請求項5に記載のものは、前記圧力発生部を、弾性板によって一面が区画され圧電振動子の変形によって容積が変化する直方体状の圧力室と、該圧力室の一端とノズル開口との間を連通するノズル連通口と、前記圧力室の他端と液体供給口との間を連通する供給側連通口とから構成し、

前記圧力室の長さを1.1mm以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載の液体噴射ヘッドである。

#### 【0012】

請求項6に記載のものは、前記圧電振動子の変位量を、 $0.16\mu\text{m}$ 以上に設定したことを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載の液体噴射ヘッドである。

#### 【0013】

請求項7に記載のものは、圧電振動子のコンプライアンスを液体のコンプライアンス以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項6の何れかに記載の

液体噴射ヘッドである。

【0014】

請求項8に記載のものは、前記ノズル開口から吐出される液滴を6 p L以上とし、該液滴の吐出周波数を50 kHz以上としたことを特徴とする請求項1から請求項7の何れかに記載の液体噴射ヘッドである。

【0015】

請求項9に記載のものは、前記ノズル開口から吐出される液滴を3 p L以下とし、該液滴の吐出周波数を30 kHz以上としたことを特徴とする請求項1から請求項7の何れかに記載の液体噴射ヘッドである。

【0016】

請求項10に記載のものは、前記圧力発生部の固有振動周期を7  $\mu$ s以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項9の何れかに記載の液体噴射ヘッドである。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。ここでは、液体噴射ヘッドとして、図1に示すように、プリンタやプロッタ等の画像記録装置に搭載されるインクジェット式記録ヘッド1（以下、記録ヘッド1という。）を例に挙げて説明する。この記録ヘッド1は、例えば、流路ユニット2と、アクチュエータユニット3と、フィルム状の配線基板4とから概略構成されており、流路ユニット2の表面に複数のアクチュエータユニット3…を複数横並びに接合し、流路ユニット2とは反対側のアクチュエータユニット3の表面に配線基板4を取り付けている。

【0018】

流路ユニット2は、図2（a）及び図3の断面図に示すように、インク供給口5（本発明の液体供給口的一种）及びノズル連通口6の一部となる通孔を開設した供給口形成基板7と、共通インク室8となる通孔及びノズル連通口6の一部となる通孔を開設したインク室形成基板9と、ノズル開口10…を副走査方向に沿って開設したノズルプレート11から構成されている。これらの供給口形成基板



7、インク室形成基板9、及び、ノズルプレート11は、例えば、ステンレス製の板材をプレス加工することで作製されている。なお、これらの各部材7、9、11の板厚に関し、本実施形態では、供給口形成基板7が $100\mu\text{m}$ 、インク室形成基板9が $150\mu\text{m}$ 、ノズルプレート11が $80\mu\text{m}$ である。

#### 【0019】

また、これらの図では、1つのアクチュエータユニット3に対応する流路ユニット2の一部を示している。本実施形態では1つの流路ユニット2に3つのアクチュエータユニット3…が接合されているので、インク供給口5、ノズル連通口6、供給口形成基板7、共通インク室8等は、アクチュエータユニット毎に合計3組形成されている。

#### 【0020】

そして、流路ユニット2は、インク室形成基板9の一方の表面（図中下側）にノズルプレート11を、他方の表面（同上側）に供給口形成基板7をそれぞれ配置し、これらの供給口形成基板7、インク室形成基板9、及び、ノズルプレート11を接合することで作製される。例えば、シート状の接着剤によって各部材7、9、11を接着することで作製される。

#### 【0021】

上記のノズル開口10は、直径が極く小さい円形状の流路であり、ノズル面（ノズルプレート11の外表面）に向かう程に縮径したテーパ形状の流路である。本実施形態では、ノズル面側の外側開口が直径 $20\mu\text{m}$ 、流路長がノズルプレート11の厚さと同じ $80\mu\text{m}$ 、テーパ角度が $35^\circ$ である。

このノズル開口10は、図2（b）に示すように、所定ピッチで複数個列状に開設される。そして、列設された複数のノズル開口10…によってノズル列12が構成される。例えば、92個のノズル開口10…で1つのノズル列12が構成される。また、このノズル列12は、1つのアクチュエータユニット3に対して2列形成される。このため、本実施形態では、1つの流路ユニット2に合計6列のノズル列12…が横並びに形成される。

#### 【0022】

上記のインク供給口5は、ノズル開口10と同様に直径が極く小さい円形状の

流路であり、オリフィスとして機能する。このインク供給口5は、圧力室側（供給側連通口側）の開口径が共通インク室8側の開口径よりも大きく、共通インク室8側へ向かう程に縮径したテーパ形状の流路である。本実施形態では、共通インク室8の外側開口が直径20 $\mu\text{m}$ 、流路長が供給口形成基板7の厚さと同じ100 $\mu\text{m}$ 、テーパ角度が35°である。

#### 【0023】

アクチュエータユニット3は、ヘッドチップとも呼ばれ、圧電アクチュエータの一種である。このアクチュエータユニット3は、図2に示すように、圧力室13となる通孔を開設した圧力室形成基板14と、圧力室13の一部を区画する振動板15と、供給側連通口16となる通孔及びノズル連通口6の一部となる通孔を開設した蓋部材17と、圧電振動子18とによって構成される。これら各部材14、15、17の板厚に関し、圧力室形成基板14、及び、蓋部材17は、好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは100 $\mu\text{m}$ 以上である。本実施形態では、圧力室形成基板14の厚さを80 $\mu\text{m}$ とし、蓋部材17の厚さを150 $\mu\text{m}$ としている。また、振動板15は、好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは3～12 $\mu\text{m}$ 程度である。本実施形態では振動板15の厚さを6 $\mu\text{m}$ としている。

#### 【0024】

そして、このアクチュエータユニット3は、圧力室形成基板14の一方の表面に蓋部材17を、他方の表面に振動板15をそれぞれ配置し、これらの各部材14、15、17を一体化することで作製される。即ち、これらの圧力室形成基板14、振動板15、及び、蓋部材17は、アルミナや酸化ジルコニウム等のセラミックスで作製されており、焼成によって一体化される。

#### 【0025】

例えば、グリーンシート（未焼成のシート材）に対して切削や打ち抜き等の加工を施して必要な通孔等を形成し、圧力室形成基板14、振動板15、及び、蓋部材17の各シート状前駆体を形成する。そして、各シート状前駆体を積層及び焼成することにより、各シート状前駆体は一体化されて1枚のセラミックスシートとなる。この場合、各シート状前駆体は一体焼成されるので、特別な接着処理が不要である。また、各シート状前駆体の接合面において高いシール性を得るこ

ともできる。

【0026】

なお、1枚のセラミックスシートには、複数ユニット分の圧力室13…やノズル連通口6…等が形成されている。換言すれば、1枚のセラミックスシートから複数のアクチュエータユニット3（ヘッドチップ）…を作製する。例えば、1つのアクチュエータユニット3となるチップ領域を、1枚のセラミックスシート内にマトリクス状に複数設定する。そして、圧電振動子18等の必要な部材を各チップ領域内に形成した後、このセラミックスシートをチップ領域毎に切断すること、で、複数のアクチュエータユニット3…を得る。

【0027】

上記の圧力室13は、ノズル列12とは直交する方向に細長い直方体状の空部であり、ノズル開口10に対応する複数形成されている。即ち、図2（b）に示すように、ノズル列方向に列設されている。本実施形態の圧力室13は、図3及び図4に示すように、高さ $h_c$ が $80\mu m$ 、幅 $w_c$ が $160\mu m$ 、長さ $L_c$ が $1.1mm$ である。言い換えると、高さ、幅、長さの比を、約 $1:2:14$ に設定している。そして、各圧力室13…における長手方向一端は、ノズル連通口6を通じて対応するノズル開口10に連通する。一方、各圧力室13…における長手方向他端は、供給側連通口16及びインク供給口5を通じて共通インク室8に連通している。さらに、この圧力室13の一部（上側表面）は、振動板15によって区画されている。

【0028】

上記の圧電振動子18は、所謂撓み振動モードの圧電振動子18であり、圧力室13とは反対側の振動板表面に圧力室13毎に形成されている。この圧電振動子18は、図3及び図4に示すように、圧力室長手方向に細長いブロック状であり、その幅は圧力室13の幅と略等しく、本実施形態では $160\mu m$ である。また、圧電振動子18の長さは圧力室13の長さよりも多少長く、その両端部が圧力室13の長手方向端部を越えるように配設されている。

【0029】

本実施形態における圧電振動子18は、図4に示すように、圧電体層21と共

通電極 22 と駆動電極 23（個別電極）等によって構成され、共通電極 22 と駆動電極 23 とによって圧電体層 21 を挟んでいる。駆動電極 23 には個別端子を通じて駆動信号の供給源（図示せず）が導通され、共通電極 22 は例えば接地電位に調整される。そして、駆動電極 23 に駆動信号が供給されると、駆動電極 23 と共通電極 22 との間には電位差に応じた強さの電場が発生される。この電場を圧電体層 21 に付与すると、圧電体層 21 は電場の強さに応じて変形する。

#### 【0030】

本実施形態の圧電振動子 18 において、圧電体層 21 は、互いに積層された上層圧電体（外側圧電体）24 及び下層圧電体（内側圧電体）25 から構成される。また、共通電極 22 は、共通上電極（共通外電極）26 及び共通下電極（共通内電極）27 から構成される。そして、この共通電極 22 と駆動電極 23（個別電極）とが電極層を構成する。

なお、ここでいう「上（外）」或いは「下（内）」とは、振動板 15 を基準とした位置関係を示している。即ち、「上（外）」とあるのは振動板 15 から遠い側を示し、「下（内）」とあるのは振動板 15 に近い側を示している。

#### 【0031】

上記の駆動電極 23 は、上層圧電体 24 と下層圧電体 25 の境界に形成され、共通下電極 27 は下層圧電体 25 と振動板 15 との間に形成される。また、共通上電極 26 は下層圧電体 25 とは反対側の上層圧電体 24 の表面に形成される。即ち、この圧電振動子 18 は、振動板 15 側から、共通下電極 27、下層圧電体 25、駆動電極 23、上層圧電体 24、共通上電極 26 の順で積層された多層構造である。

#### 【0032】

そして、圧電体層 21 の厚さに関し、上層圧電体 24 及び下層圧電体 25 の厚さを何れも  $10\ \mu\text{m}$  以下に設定している。本実施形態では、上層圧電体 24 の厚さを  $8\ \mu\text{m}$  に、下層圧電体 25 の厚さを  $9\ \mu\text{m}$  に設定して合計の厚さを  $17\ \mu\text{m}$  に設定している。さらに、共通電極 22 を含めた圧電振動子 18 の全体の厚さを約  $20\ \mu\text{m}$  にしている。このように圧電振動子 18 の厚さを設定できることから必要な剛性が得られ、振動板 15 のコンプライアンスを小さくできる。

## 【0033】

上記の共通上電極26と共通下電極27は、駆動信号に拘わらず一定の電位に調整される。本実施形態において、これらの共通上電極26と共通下電極27は互いに導通され、接地電位に調整される。上記の駆動電極23は、駆動信号の供給源に導通され、供給された駆動信号に応じて電位を変化させる。従って、駆動信号の供給によって、駆動電極23と共通上電極26との間、及び、駆動電極23と共通下電極27との間には、それぞれ向きが反対の電場が生じる。

## 【0034】

そして、これらの各電極23、26、27を構成する材料としては、例えば、金属単体、合金、電気絶縁性セラミックスと金属との混合物等の各種導体が選択されるが、焼成温度において変質等の不具合が生じないことが要求される。本実施形態では、共通上電極26に金を用い、共通下電極27及び駆動電極23に白金を用いている。

## 【0035】

上記の上層圧電体24と下層圧電体25は共に、ジルコン酸チタン酸鉛（PZT）を主成分とする圧電材料によって作製されている。そして、上層圧電体24と下層圧電体25とは分極方向が反対である。このため、駆動信号印加時の伸縮方向が上層圧電体24と下層圧電体25とで揃い、支障なく変形することができる。即ち、上層圧電体24及び下層圧電体25は、駆動電極23の電位を高くする程に圧力室13の容積を少なくするように振動板15を変形させ、駆動電極23の電位を低くする程に圧力室13の容積を増やすように振動板15を変形させる。

## 【0036】

そして、本実施形態では、多層構造の圧電振動子18を用いることにより、駆動信号の供給に伴う圧電振動子18の変位量を $0.16\mu\text{m}$ 以上としている。これにより、記録に必要な量のインク滴をノズル開口10から吐出可能に構成している。

また、多層構造の圧電振動子18を用いることにより、圧電振動子18のコンプライアンスをインクのコンプライアンス（後述するCi）以下に設定している。

。これにより、製造に起因する圧電振動子 18 のコンプライアンスばらつきの影響を低減することができ、飛行速度や量を各圧力室 13 毎に揃えた状態でインク滴を吐出させることができる。

#### 【0037】

そして、このアクチュエータユニット 3 と上記の流路ユニット 2 とは、互いに接合される。例えば、供給口形成基板 7 と蓋部材 17 との間にシート状接着剤を介在させ、この状態でアクチュエータユニット 3 を流路ユニット 2 側に加圧することで接着される。

#### 【0038】

この接着によって圧力室 13 の一端とノズル開口 10 との間がノズル連通口 6 によって連通される。また、圧力室 13 の他端とインク供給口 5 との間が供給側連通口 16 によって連通される。これらのノズル連通口 6 及び供給側連通口 16 は、断面円形状の流路によって構成されている。本実施形態のノズル連通口 6 は、直径が  $125\ \mu\text{m}$  であって流路長が  $400\ \mu\text{m}$  の流路によって構成されている。また、供給側連通口 16 は直径が  $125\ \mu\text{m}$  で流路長が  $150\ \mu\text{m}$  の流路によって構成されている。

#### 【0039】

上記構成の記録ヘッド 1 は、共通インク室 8 からインク供給口 5、供給側連通口 16、圧力室 13、及び、ノズル連通口 6 を通じてノズル開口 10 に至る一連のインク流路がノズル開口 10 毎に形成されている。使用時においてこのインク流路内はインクで満たされており、圧電振動子 18 を変形させることで対応する圧力室 13 が収縮或いは膨張し、圧力室 13 内のインクに圧力変動が生じる。このインク圧力を制御することで、ノズル開口 10 からインク滴を吐出させることができる。例えば、定常容積の圧力室 13 を一旦膨張させた後に急激に収縮させると、圧力室 13 の膨張に伴ってインクが充填され、その後の急激な収縮によって圧力室 13 内のインクが加圧されてインク滴が吐出される。さらに、ノズル開口 10 からインク滴が吐出されると、共通インク室 8 からインク流路内に新たなインクが供給されるので、続けてインク滴を吐出できる。

#### 【0040】

このように圧力室13内のインクに圧力変動を生じさせることでノズル開口10からインク滴を吐出させるようにした記録ヘッド1において、圧力室13内のインクには、その圧力変動に伴って圧力室13内が恰も音響管であるかのように振る舞う圧力振動（インクの固有振動）が励起される。

ここで、記録を高速化するためには、より多くのインク滴を短時間で吐出させる必要がある。この要求に応えるためには、圧力室13内のインクの固有振動周期 $T_c$ を可及的に短く設定する必要がある。そして、この固有振動周期 $T_c$ は式(1)で表すことができる。

【0041】

$$T_c = 2\pi\sqrt{\{(C_i + C_v) \times (M_u + 1/2 \times M_c) \times (M_s + 1/2 \times M_c) / (M_u + M_s + M_c)\}} \quad \cdots (1)$$

なお、 $C_i$ ：圧力発生部内のインクのコンプライアンス、 $C_v$ ：圧力室形成基板14の剛性コンプライアンス、 $M_u$ ：ノズル開口10のイナータンス、 $M_s$ ：インク供給口5のイナータンス、 $M_c$ ：圧力発生部のイナータンスである。

【0042】

ここで、圧力発生部とは、ノズル開口10とインク供給口5との間の一連の空部であり、この例では圧力室13とノズル連通口6と供給側連通口16とからなる一連の空部を意味する。本実施形態では、圧力室13の断面積、ノズル連通口6の断面積、及び、供給側連通口16の断面積が略等しいので、圧力発生部のイナータンス $M_c$ は式(2)で表すことができる。

【0043】

$$M_c \doteq \rho \times L_c / S_c \quad \cdots (2)$$

なお、 $\rho$ ：インク密度、 $L_c$ ：圧力室13の長さ、 $S_c$ ：圧力室13の断面積である。

【0044】

また、インク供給口5のイナータンス $M_s$ は式(3)で表すことができる。

【0045】

$$M_s = \rho \times L_s / S_s \quad \cdots (3)$$

なお、 $\rho$ ：インク密度、 $L_s$ ：インク供給口5の長さ、 $S_s$ ：インク供給口5の

である。

【0046】

次に、ノズル開口10のイナータンス $M_n$ は式(4)で表すことができる。

【0047】

$$= \rho \times L_n / S_n \dots (4)$$

、 $\rho$ ：インク密度、 $L_n$ ：ノズル開口10の長さ、 $S_n$ ：ノズル開口10の面積である。

【0048】

なお、圧力発生部の流路長に関し、各基板の厚さは概ね所定厚さに定められて  
まうことから、供給側連通口16の長さ及びノズル連通口6の長さは略一定値  
なる。このため、圧力発生部のイナータンス $M_c$ は、実質的に圧力室13の長  
 $L_c$ によって支配されることになる。

【0049】

また、圧力室形成基板14の剛性コンプライアンス $C_v$ は、圧力室13のコン  
プライアンスを支配的に規定する要素である。この剛性コンプライアンス $C_v$ は  
圧力変化 $\Delta P$ に対する容積変化 $\Delta V$ であり、次式(5)のように表すことができ  
る。

【0050】

$$C_v = \Delta V / \Delta P \dots (5)$$

【0051】

ここで、圧力室13のコンプライアンスばらつきを少なくする観点から、本実  
施形態では、剛性コンプライアンス $C_v$ をインクのコンプライアンス $C_i$ 以下に  
設定している。このように、剛性コンプライアンス $C_v$ をインクのコンプライ  
アンス $C_i$ 以下に設定すると、圧力室13のコンプライアンスに占めるインクのコン  
プライアンス $C_i$ の割合が剛性コンプライアンス $C_v$ の割合よりも相対的に大  
きくなるので、隣り合う圧力室13、13同士を区画する隔壁や振動板15など  
圧力室構成部材の加工精度のばらつきがインク滴の吐出特性に影響し難くなる。

【0052】

そして、固有振動周期 $T_c$ を可及的に短くする観点から、ノズル開口10及び



インク供給口5のイナータンス $M_n$ ,  $M_s$ を、圧力発生部のイナータンス $M_c$ よりも大きく設定している。また、上記したように、圧力室13の長さ $L_c$ を可及的に短くして圧力発生部のイナータンス $M_c$ をノズル開口10のイナータンス $M_n$ やインク供給口5のイナータンス $M_s$ よりも小さくしている。このように、イナータンス $M_c$ が小さくなると、インクのコンプライアンス $C_i$ 及び剛性コンプライアンス $C_v$ は圧力室13の長さ $L_c$ に正比例して変化するため、同時にインクのコンプライアンス $C_i$ 及び剛性コンプライアンス $C_v$ も小さくなる。その結果、固有振動周期 $T_c$ を短くすることができる。なお、イナータンス $M_c$ を小さくするために圧力室13の断面積 $S_c$ を従来よりも広げる構成も考えられるが、この場合、インクのコンプライアンス $C_i$ 及び剛性コンプライアンス $C_v$ が大きくなってしまうので、固有振動周期 $T_c$ を短くすることはできない。

## 【0053】

また、圧力室13の長さ $L_c$ を短くしてイナータンス $M_c$ を小さくしているため、圧電振動子18の変位量（変形量）がその分減り、インク滴の量が少なくなる。このため極く小さいドットを記録することができる。そして、本実施形態では、上記したように、ノズル開口10の直径を $20\mu\text{m}$ と従来（例えば $25\mu\text{m}$ ）よりも小さく設定してノズル開口10のイナータンス $M_n$ を大きくしているので、このインク滴を高速で吐出することができる。

## 【0054】

さらに、本実施形態では、ノズル開口10及びインク供給口5のイナータンス $M_n$ ,  $M_s$ を、圧力発生部のイナータンス $M_c$ の2倍以上に設定している。これは、圧力発生部に起因する固有振動周期 $T_c$ の影響を確実に無効化するためである。

即ち、 $M_n \geq 2 \times M_c$  および  $M_s \geq 2 \times M_c$  の関係が成立するように、圧力室13の長さを設定すると、具体的には、 $1.1\text{mm}$ 以下の長さに設定すると、固有振動周期 $T_c$ の値は、ノズル開口10及びインク供給口5のイナータンス $M_n$ ,  $M_s$ に依存して規定される。即ち、固有振動周期 $T_c$ は、次式（6）で表すことができる。

## 【0055】

$$T_c = 2\pi\sqrt{\{(C_i + C_v) \times \mu \times M_s / (\mu + M_s)\}} \cdots (6)$$

【0056】

このため、圧力室13に形状ばらつきが生じたとしても、ノズル開口10やノズル連通口6を寸法精度良く作製することにより、固有振動周期 $T_c$ のばらつきを極く少なくすることができる。これにより、圧力室13毎のインク滴の特性ばらつきを極めて低くすることができる。

【0057】

ところで、上記した様に、圧力室13の長さ $L_c$ を短くしてイナータンス $M_c$ を小さくしているため、圧電振動子18の変位量（変形量）はその分減る。この点に鑑み、本実施形態では、上記した様に多層構造の圧電振動子18を用い、圧電振動子18から発生される力を強くしている。この点でも、極く少量のインク滴（例えば6pL～3pLのインク滴）を高速で吐出させることができる。

【0058】

その結果、固有振動周期 $T_c$ を7 $\mu$ s以下（本実施形態では6.5 $\mu$ s）に短縮することができる。これにより、6pL以上のインク滴を50kHz以上の周波数で吐出することができる。また、3pL以下のインク滴を30kHz以上の周波数で吐出することができる。従って、1滴のインク量については従来よりも少なくすることができる一方、インク滴の吐出周波数については従来よりも高めることができるので、記録画像の高画質化と記録の高速化とを高いレベルで両立させることができる。

【0059】

また、圧力室13の長さを従来よりも短くできたことから、コストダウンを図ることもできる。即ち、圧力室13の長さが従来よりも短いので、1枚のセラミックスシート内にレイアウトできるアクチュエータユニット3の数を増やすことができ、同じ製造工程（作業内容）であっても、従来よりも多くのアクチュエータユニット3を作製できる。また、同じ量の原材料から従来よりも多くのアクチュエータユニット3を作製できる。このように、製造効率の向上が図れ、原材料費の節約も図れることから、記録ヘッド1のコストダウンを実現することができる。

さらに、圧力室 1 3 の寸法精度を従来よりもラフに設定しても固有振動周期  $T_c$  を高い精度で揃えることができることから、歩留まりの向上も図れる。この点でも、記録ヘッド 1 のコストダウンが図れる。

#### 【 0 0 6 0 】

なお、以上は、多層構造の圧電振動子 1 8 を例に挙げて説明したが、本発明は、圧電体層の一方の表面に形成され、駆動信号の供給源に導通される駆動電極と、該圧電体層の他方の表面に形成される共通電極とを備える単層構造の圧電振動子にも適用できる。

#### 【 0 0 6 1 】

また、液体噴射ヘッドとして記録ヘッド 1 を例に挙げて説明したが、本発明は、液晶噴射ヘッドや色材噴射ヘッド等といった他の液体噴射ヘッドにも適用できる。

#### 【 0 0 6 2 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば以下の効果を奏する。

即ち、ノズル開口及び液体供給口のイナータンスを、圧力発生部のイナータンスよりも大きく設定したので、圧力発生部内の固有振動周期を可及的に短くすることができ、液滴の高周波駆動が実現できる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

記録ヘッドの構成を説明する分解斜視図である。

##### 【図 2】

(a) はアクチュエータユニット及び流路ユニットを説明する断面図、(b) はノズルプレートを説明する部分拡大図である。

##### 【図 3】

アクチュエータユニット及び流路ユニットを説明する断面図である。

##### 【図 4】

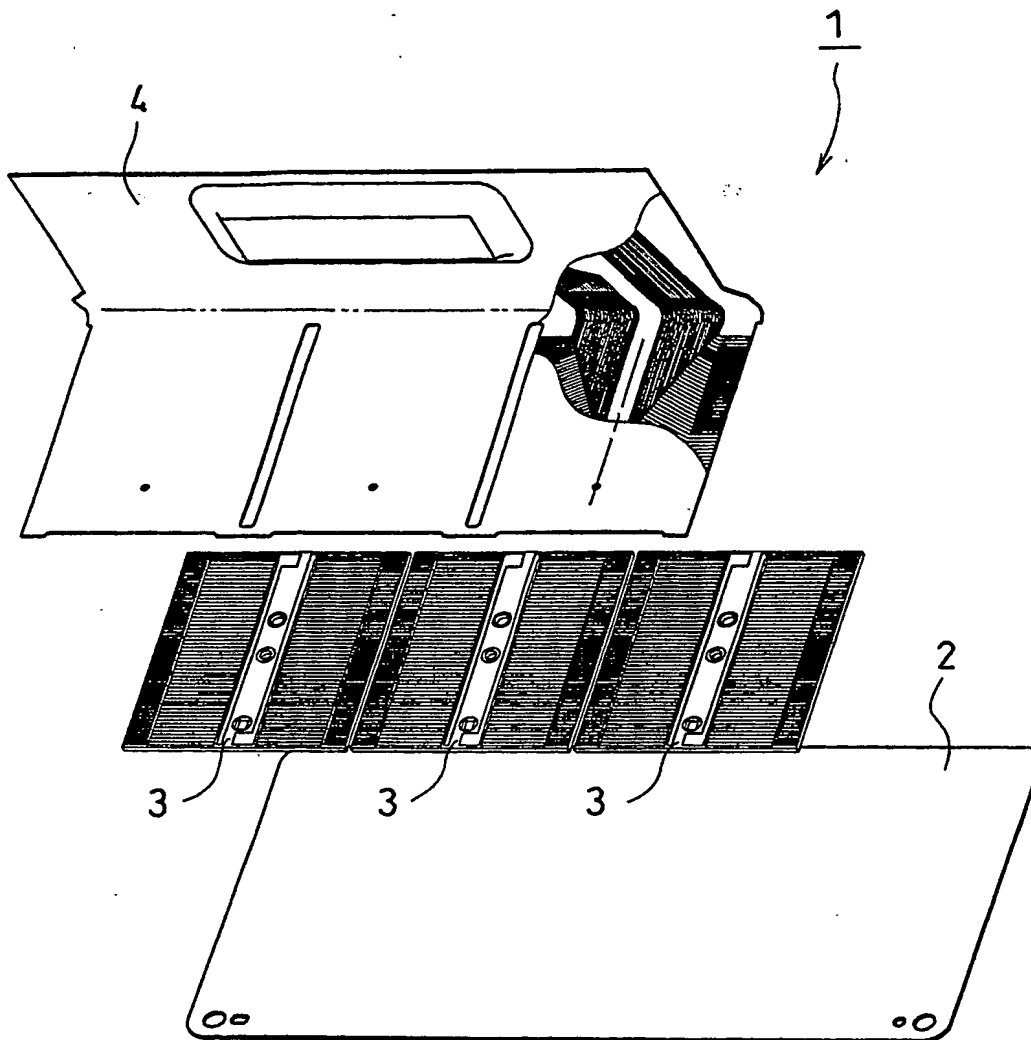
圧力室の幅方向で切断したアクチュエータユニットの拡大断面図である。

##### 【符号の説明】

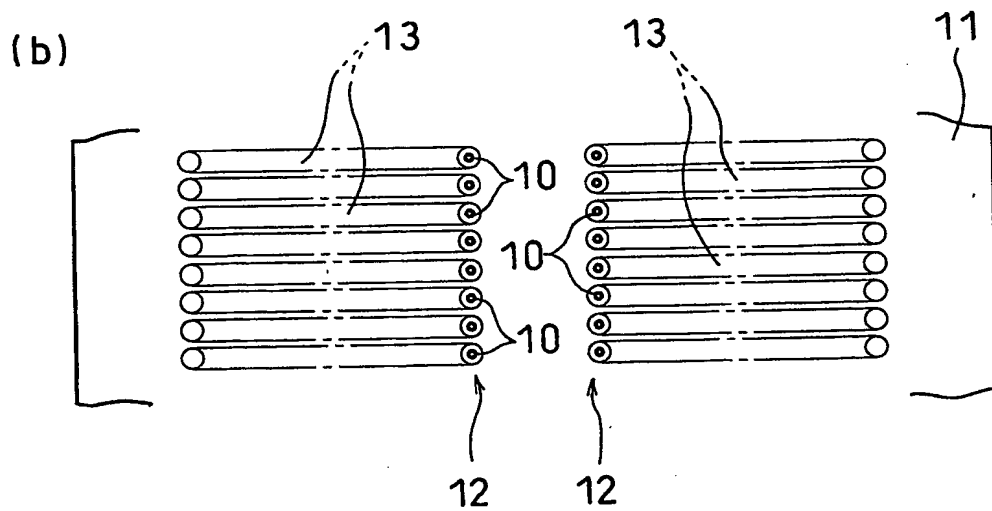
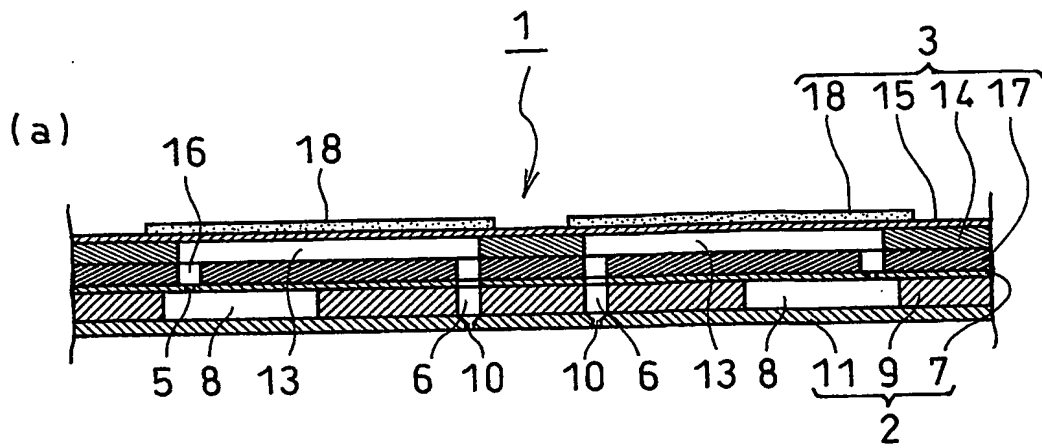
- 1 インクジェット式記録ヘッド
- 2 流路ユニット
- 3 アクチュエータユニット
- 4 配線基板
- 5 インク供給口
- 6 ノズル連通口
- 7 供給口形成基板
- 8 共通インク室
- 9 インク室形成基板
- 1 0 ノズル開口
- 1 1 ノズルプレート
- 1 2 ノズル列
- 1 3 圧力室
- 1 4 圧力室形成基板
- 1 5 振動板
- 1 6 供給側連通口
- 1 7 蓋部材
- 1 8 圧電振動子
- 2 1 圧電体層
- 2 2 共通電極
- 2 3 駆動電極
- 2 4 上層圧電体
- 2 5 下層圧電体
- 2 6 共通上電極
- 2 7 共通下電極

【書類名】 図面

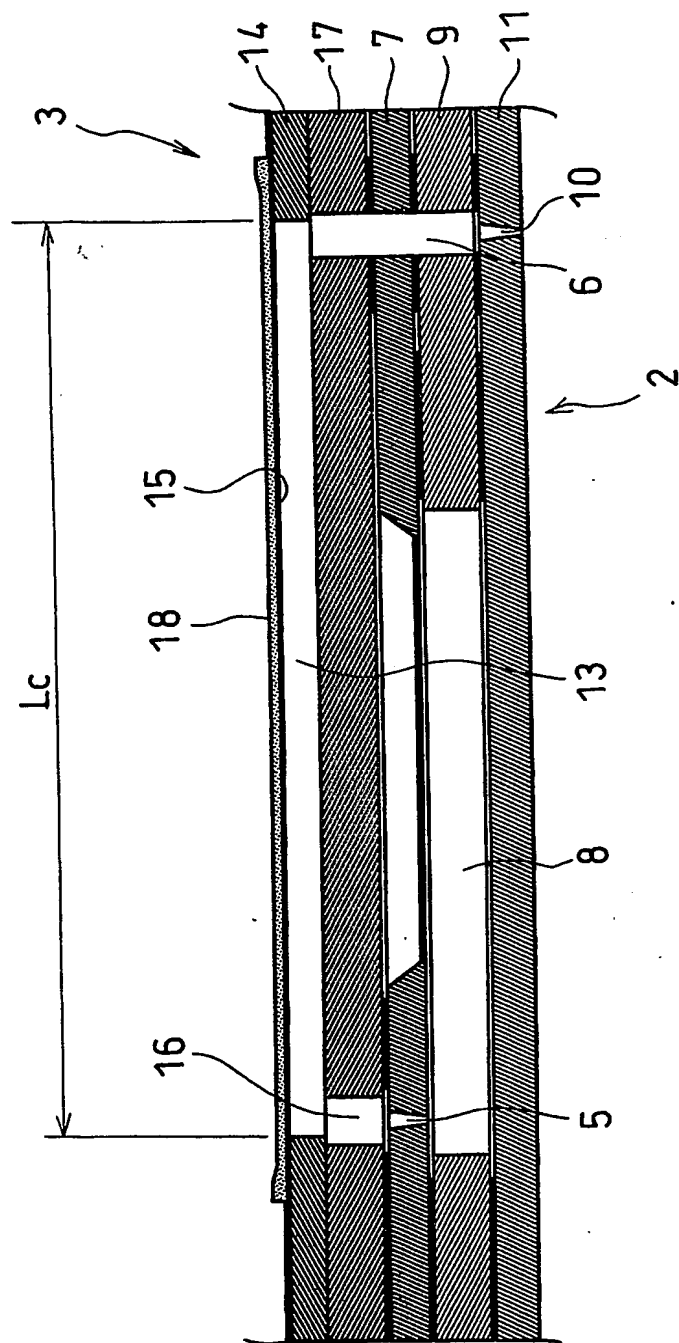
【図1】



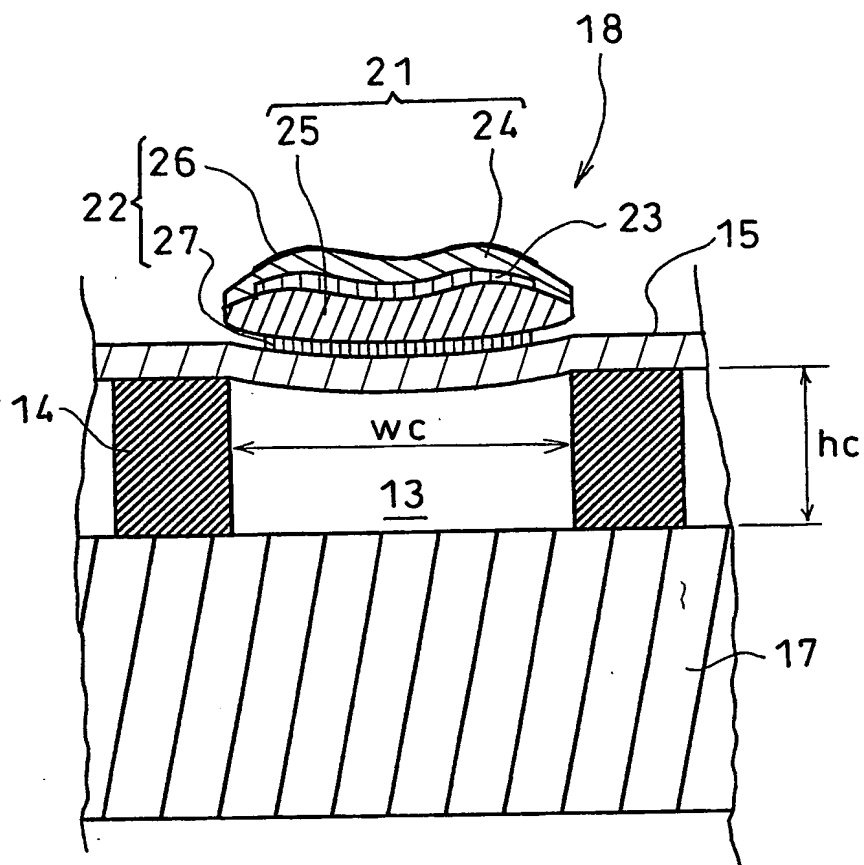
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 より高周波数での液滴の吐出を実現可能な液体噴射ヘッドを提供する。

【解決手段】 圧電振動子 18 を、互いに積層された上層圧電体 24 及び下層圧電体 25 と、これらの上層圧電体 24 及び下層圧電体 25 の境界に形成され、駆動信号の供給源に導通される駆動電極 23 と、上層圧電体 24 の表面に形成される共通上電極 26 と、下層圧電体 25 の表面に形成される共通下電極 27 とを備える多層構造の圧電振動子 18 によって構成すると共に、ノズル開口 10 及びインク供給口 5 のイナータンスを、圧力発生部（圧力室 13，ノズル連通口 6，供給側連通口 16）のイナータンスよりも大きく設定する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社